Münster.1930 № 2 Med Diss

Die gerichtsärztliche Bedeutung des Todes durch elektrischen Strom.

⚙

INAUGURAL-DISSERTATION

zur

Erlangung der Doktorwürde der hohen medizinischen Fakultät der Westfälischen Wilhelms-Universität zu Münster (Westf.)

Vorgelegt von

Franz Bühner

aus Hamm i. W.

1930

1 · 9 · 2 · 9

Gedruckt in der Werkdruckerei von Robert Kleinert in Quakenbrück.

Dekan: Herr Professor Dr. Heiderich.
Referent: Herr Professor Dr. Többen.

R. UNIV. BIBLIOTHEEK LEIDEN

Gedruckt mit Genehmigung der medizinischen Fakultät der Westfälischen Wilhelms-Universität zu Münster i. W.

Dem Gedächtnis meiner
verstorbenen Eltern und meinem Pflegeonkel
in Dankbarkeit gewidmet!

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41546201_0147

Die gerichtsärztliche Bedeutung des Todes durch elektrischen Strom.

Seitdem die Elektrizität auf allen Gebieten menschlichen Schaffens und Wirkens eine so ausgedehnte Verwendung findet, ist die Häufigkeit der elektrischen Unfälle in stetiger Zunahme begriffen. Während im Jahre 1900 von allen tödlichen Betriebsunfällen noch nicht 0,2 Prozent auf die Wirkung der Elektrizität zurückzuführen waren, kamen in den letzten Jahren fast 2 Prozent durch den elektrischen Strom zu Tode (Pietrusky[53]). Nur den prophylaktischen Maßnahmen und Belehrung der Arbeiterschaft ist es zu verdanken, daß die Zahl der Unglücksfälle in den letzten Jahren mit der Zunahme der Elektrifizierung der Betriebe nicht Schritt gehalten hat. Aus der umfangreichen Literatur geht hervor, daß sich bereits schon viele Autoren mit den elektrischen Unfällen beschäftigt und insbesondere dem elektrischen Stromtod ihre Aufmerksamkeit zugewandt haben. Trotzdem ist bisher eine Einigung der verschiedenen ausgesprochenen Ansichten nicht erzielt worden, und noch heute dreht sich die Streitfrage darum, ob es wirklich nur funktionelle Störungen sind, die durch den elektrischen Strom erzeugt werden, oder ob er vielmehr auch organische Veränderungen zu bewirken vermag. Vielfache Tierversuche und die Erfahrung der Unfallpraxis, nicht zuletzt auch bei den Hinrichtungen durch Elektrizität, wie sie in den Vereinigten Staaten eingeführt sind, haben gezeigt, daß beim Zustandekommen von elektrischen Unfällen, die Jellinek[24]) als Schädigung definiert: „welche durch einen einmaligen, zeitlich scharf begrenzten Elektrizitätsübergang auf den menschlichen Körper entstanden ist", eine Reihe von verschiedenen Faktoren eine Rolle spielt. Die Verletzungen und Todesfälle durch Blitzschlag gehören natürlich auch hierher, ist doch der Blitz ein Wechselstrom mit vielen tausend Volt Spannung und ebensovieler Periodenzahl. Viel häufiger und für die Unfallmedizin wichtiger sind die Schädigungen durch technische Elektrizität, vor allem durch den Starkstrom. So einfach

die Frage ist, welcher Strom im elektrischen Betrieb gefährlich ist, so schwierig ist die Beantwortung. In kurzen Umrissen seien deshalb im folgenden die physikalischen, technischen und physiologischen Bedingungen, von denen die tödliche oder die nicht tödliche Wirkung elektrischer Durchströmung des menschlichen Körpers abhängt, erörtert.

Fragen wir uns zunächst, auf welche Art der Stromübergang stattfinden kann, so ergeben sich folgende Möglichkeiten. Für gewöhnlich ereignen sich die Unfälle durch einpolige Berührung, d. h. die Hand oder sonst ein entblößter Körperteil berührt einen stromführenden, nicht isolierten Gegenstand und läßt so den Strom auf den Körper einwirken. Ist der Berührende isoliert und findet deshalb der eintretende Strom keinen Ausweg zum zweiten Pol oder zur Erde, so füllt sich der Körper nur mit dem ungefährlichen Ladestrom. Anders verhält es sich aber, wenn der Betreffende gleichzeitig mit der Berührung in gut leitender Verbindung mit der Erde steht und so in den mehr oder minder gefährlichen Stromkreis eingeschaltet wird. Neben diesem Stromübergang durch einpolige Berührung kommt noch die doppelpolige in Betracht. Unfälle durch direkte doppelpolige Berührung, wobei also der menschliche Körper im Hauptschluß mit zwei Leitern verschiedenen Potentials in Berührung steht, sind verhältnismäßig selten. Zieht man in Betracht, daß bei der Anlage unserer Stromnetze der zweite Pol immer an die Erde angeschlossen ist, so findet also streng genommen bei der einpoligen Berührung immer eine doppelpolige statt. Im Gegensatz zu diesem ein- oder doppelpoligen Kontakt gibt es noch Unfälle, die durch Funkenwirkung schädigen. Wenn z. B. bei hoher Spannung die isolierende Luftschicht zu dünn ist, wird ihr Widerstand überwunden, und der Funkenüberschlag erfolgt.

Die Frage, welche Stromspannung, in Volt gemessen, dem Körper gefährlich werden kann, ist schwer zu beantworten. Das Ohmsche Gesetz besagt, daß die Stromstärke direkt proportional ist der Stromspannung und umgekehrt proportional dem Widerstand. In die Unfallpraxis übersetzt heißt also das Gesetz: „Die Lebensgefährlichkeit ist proportional abhängig von der Größe der Spannung.“ Diese irrige Ansicht ist schon manchem zum Verderbnis geworden. Zahlreiche Beobachtungen an Menschen und Tieren haben ergeben, daß die Spannung keinen Gradmesser für die Gefährlichkeit des elektrischen Stromes bedeutet. Früher nahm man an, daß Wechselströme von 100 bis 150 Volt (Lichtleitung) mit Vorsicht zu behandeln, solche von

200 als gefährlich und solche von 500 Volt und darüber als tödlich zu betrachten seien. Mit derlei allgemeinen Aeußerungen läßt sich jedoch für die klinische und vor allem für die forensische Bewertung gar nichts beginnen, denn es vermag jede in der elektrotechnischen Praxis verwandte Spannung unter Umständen zur Gefahrenquelle zu werden. So sind Fälle bekannt, wo schon die Berührung eines Stromes von 95 Volt, ja sogar von 46 Volt Spannung den Tod herbeiführte, während andererseits Spannungen von 5000 bis 15 000 Volt ohne Einbuße des Lebens vertragen wurden (Jellinek[28]). Es ist also nicht angängig, bei technischer Elektrizität eine bestimmte untere Grenze der Spannung als absolut gefahrlos, noch eine obere Grenze als absolut tödlich zu bezeichnen.

Für die Gefahrengröße kommt dann noch die Stärke des Stromes in Ampère gemessen in Frage. Auch da waren Ingenieure und Aerzte bemüht, einen genauen Ausdruck in die Lehre von den Gefahren der Elektrizität einzuführen. Die Techniker nehmen an, daß Ströme von 0,1 Ampère als gefährlich anzusehen seien. Folgende Beobachtung aus der Unfallpraxis mag diese Lehre widerlegen. Häufig bleibt der Verunglückte viele Sekunden, ja Minuten mit dem Stromkreis in Berührung, und sein Körper wird von einer größeren Stromstärke durchströmt, ohne daß er das Bewußtsein und sein Leben einbüßen würde. Die Ansicht, daß allein die Stromstärke für den Eintritt des Todes verantwortlich zu machen sei, ist nicht richtig, da wir noch keine Methode besitzen, zu messen, wieviel Stromintensität in das Körperinnere und wieviel oberflächlich ihren Weg nimmt. Sie muß vielmehr auf Grund des Ohmschen Gesetzes für jeden einzelnen Fall berechnet werden, in dem die Wechselbeziehungen des dritten wichtigen Faktors, des Widerstandes zu Spannung und Stromstärke festgelegt sind.

Bei dem Widerstand ist zunächst zu unterscheiden zwischen dem an der Eintritts- und an der Austrittsstelle des elektrischen Stromes, sowie dem auf der Zwischenstrecke während der Passage der einzelnen Organe. Der Streckenwiderstand, unter dem man den Leitungswiderstand des menschlichen Organismus ohne seine Haut verstehen muß, wird mit Rücksicht auf die Größe der beiden übrigen gewöhnlich fast vollkommen vernachlässigt. Der Eintrittswiderstand, also des Hautwiderstandes, ist in erster Linie ausschlaggebend dafür, daß eine Stromberührung von üblen Folgen begleitet ist oder nicht. Er ist von der Beschaffenheit der Berührungsfläche abhängig. Je größer diese ist, desto

geringer ist der Widerstand. Nach den Berechnungen Kaths[75]) beträgt er bei 1 qucm Berührungsfläche etwa 50 000 Ohm. Je größer diese wird, um so mehr sinkt der Widerstand. Steigt sie auf 100 qucm, was etwa der ganzen Handfläche entspricht, so beträgt er noch den hundertsten Teil, also etwa 500 Ohm. Die Messungen des Hautwiderstandes haben sehr widersprechende Resultate ergeben. Er ist nicht bloß eine von Person zu Person schwankende Größe, er ist auch bei ein und demselben Menschen einem auffälligen Wechsel unterworfen. Die berührte Körperstelle, die Tagesstunde, die Nahrungsaufnahme beeinflussen das elektrische Leitungsvermögen der Haut. Feuchte Haut und schwitzende Hände bedeuten eine besondere Gefährdung. Da in den meisten Fällen die Stromaustrittsstelle in den Füßen des Opfers gelegen sein wird, so ist die Fußbekleidung und der Zustand des Bodens zuweilen schuld, daß der Widerstand der Stromaustrittsstelle sehr klein wird und damit ein sonst harmloser Strom lebensgefährlich, ja lebenstötend wirken kann. Durch trockenen Holz- oder Betonboden oder durch trockene, nicht genagelte Schuhe wird eine Isolierschicht gebildet, während durch feuchten Boden oder durch Metallbestandteile, auf welchen das Individuum steht, Erdableitung durch den Körper vermittelt wird. Feuchte, noch dazu mit Salzen oder Säuren getränkte Kleidungsstücke und ebensolches Schuhzeug bilden für die Entstehung eines Unfalls begünstigende Verhältnisse. Je nach den Messungen Jellineks[38]) sind sogar die meterologischen Verhältnisse von Bedeutung. Je nach der Witterung ändert der Zementboden eines gedeckten und vor Regen geschützten Raumes sein elektrisches Leitungsvermögen. Endlich ist noch die Kontaktdauer in den Bereich der Erwägungen einzubeziehen. Wie jede Schädlichkeit, je länger sie wirkt, eine desto größere Folgenwirkung hat, so ist es auch mit der Elektrizität. Je länger der Strom einwirkt, um so mächtiger werden die Veränderungen im Gewebe an der Berührungsstelle sein. Entsteht hier Verkohlung, so wird der Widerstand so groß, daß eine automatische Selbstausschaltung des Verunglückten stattfindet. Der Widerstand ist also eine außerordentlich schwankende Größe, die von verschiedenen Umständen beeinflußt wird.

Ein ebenfalls wichtiger Faktor in der Bewertung ist die Stromrichtung, d. h. der Weg und die Ausbreitung, den der Strom bei einem Durchgang über oder durch den Körper nimmt, und davon direkt abhängig die Stromdichte, die im Organismus gemäß der molekularen Verschiedenheit der einzelnen Or-

gane (Leitungsfähigkeit) eine ganz verschiedene ist. Die Gefährlichkeit wird natürlich um so größer sein, je mehr lebenswichtige Organe (Herz, Zentralnervensystem) in den Bereich der größten Stromdichte zu liegen kommen.

Handelt es sich endlich bei der Beurteilung eines elektrischen Unfalles um den in der Industrie meistens angewandten Wechselstrom, so ist die Frequenz zu berücksichtigen, d. h. die Zahl der Schwingungen, die eine Elektrone in einer Sekunde macht. Die bei den industriellen Wechselströmen meist verwandte Periodenzahl von 25 bis 50 ist nach den Versuchen von Prevost und Batelli[55]) zur Erzeugung eines tödlichen Effektes die günstigste. Bemerkenswert ist, daß Hochspannungsströme mit hoher Frequenzzahl (Tesla) gegenüber solchen mit einer Periodenzahl von 20 bis 50 ungefährlich sind.

Neben diesen physikalischen Faktoren, die sich noch mehr oder weniger berechnen lassen, und deren Wert bei einem elektrischen Unfall festgesetzt werden muß, spielen nun noch andere mehr physiologische Größen für die pathologische Wirkung der Elektrizität eine nicht zu unterschätzende Rolle, die individuelle Empfänglichkeit und der jeweilige somatische Zustand des betreffenden Verunglückten. Aus den Untersuchungen Jellineks[75]) geht hervor, daß narkotisierte Tiere durch einen sonst regelmäßig tödlichen Kontakt nur aus ihrer Narkose erweckt wurden, ohne irgendwelchen Schaden davon zu tragen. Eine analoge Beobachtung machte Aspinall[75]) bei schlafenden Menschen. Er sah Monteure, die während des Schlafes mit einigen tausend Volt in Berührung kamen und außer schweren Brandwunden an Kopf und Rücken keine Schädigung erlitten. Endlich sei noch die von Jellinek[38]) häufig betonte psychogene Komponente erwähnt. Er versteht darunter den heftig, lähmend wirkenden Reiz, der durch den plötzlichen Einbruch der Elektrizität in die Psyche hervorgerufen wird und in naher Beziehung zur Schockwirkung steht. Die Wirkung auf den Menschen ist eine ganz andere, je nach dem er bewußt, absichtlich und mit gespannter Aufmerksamkeit in einen Stromkreis eingeschaltet wird oder von einem Strom ohne jede Ahnung überrascht wird. Jellinek[36]) führt hierzu vor allem einen Fall von Selbstrettung an. Ein deutscher Meteorologe kam bei Besteigung des Matterhorns in ein Hochgewitter. Er erwartete, vom Blitz getroffen zu werden. Dreimal geschah es. Seine Kleider wurden zerrissen. Beim vierten Schlag verlor er die Besinnung, erwachte aber bald wieder und konnte den Abstieg wagen.

Auch die somatische Disposition ist nicht außer acht zu lassen. Durch Tierexperimente ist bewiesen, daß verschiedene Tierarten sich elektrischen Strömen gegenüber ganz verschieden verhalten. Mäuse, Pferde, Katzen sind sehr empfindlich. Sie können bei niedrigst gespannten Strömen getötet werden. Frösche sind gegen Elektrizität fast immun. Ebenso zeigt die Unfallpraxis, daß der Mensch je nach Geschlecht, Alter und nach Konstitution und Gesundheitszustand auf Elektrizität reagiert. Die Toleranz ist verschieden. Jellinek[36]) spricht von einer „individuellen Disposition", Hering[20]) von einem „disponierenden Koeffizienten". Kranke Personen, besonders mit Herz- und Nierenschädigung, sind nach Erfahrung weniger widerstandsfähig. Hierher gehört auch der von Schridde[65]) besonders betonte Status thymico-lymphaticus. Auch Neureiter[50]) spricht dieser Konstitutionsanomalie eine Bedeutung für die Erklärung elektrischer Unfälle zu. Es ist aber nicht anzunehmen, daß diesen Faktoren eine ausschlaggebende Rolle zufällt. Zudem ist es ein Irrtum, zu glauben, daß die kräftig Gebauten weniger empfindlich seien als Zarte und Schwächliche.

Jellinek[3]) hat versucht, alle diese verschiedenen, für die Gefährlichkeit eines Uebertrittes von elektrischem Strom auf den menschlichen Körper maßgebenden Umstände, den sogenannten „animalischen Effekt" in ihrem Abhängigkeitsverhältnis auf eine Formel zu bringen. In Worten ausgedrückt, lautet sie: Die Wirkung des elektrischen Stromes steigert sich mit der Spannung, mit der Stromstärke, der Zeitdauer der Einwirkung, der Art des Kontaktes. Die Wirkung wird umso geringer, je größer der Gesamtwiderstand ist. Weiter ist sie abhängig von der Stromrichtung, von der Art des betroffenen Individuums und von dessen somatischem Zustand.

Nach diesen physikalischen und physiologischen Vorbemerkungen sei der Bedeutung des elektrischen Stromtodes gedacht. Ueber sein Wesen gehen auch noch heute die Meinungen auseinander. Weder die Tierversuche, noch die Beobachtungen bei Unfällen, noch makroskopische und mikroskopische Untersuchungen der Körperorgane haben die erheblich voneinander abweichenden Meinungen in Uebereinstimmung bringen können. Drei verschiedene Anschauungen stehen sich hauptsächlich gegenüber. Kratter[44]) sieht den elektrischen Stromtod als eine zentrale Atmungslähmung an und meint, daß er einer besonderen Art innerer Erstickung gleichzusetzen sei. Seine angestellten Tierversuche zeigten das Bild einer gewaltsamen Erstickung.

Jellinek[75]) kommt auf Grund seiner Tierexperimente zu dem Ergebnis, daß der Tod durch Veränderungen im Zentralnervensystem hervorgerufen würde. Er unterscheidet drei Mechanismen des elektrischen Todes. Er spricht von einer augenblicklichen Vernichtung aller Lebensfunktionen, von einem primären Herztod und von primärer Atmungslähmung. Für letztere macht er die von ihm gefundenen histologischen Veränderungen im Gehirn verantwortlich.[75]) Er hat Blutungen in der Gegend des vierten Ventrikels beobachtet. Ebenso sind von ihm Veränderungen der Großhirnrinde beschrieben, die in Vakuolen, Verlagerung der Chromatinsubstanz, Berstung der Zellen und Abreißen der Fortsätze bestanden, alles Befunde, die auf eine direkte Schädigung der nervösen Elemente hindeuten. Andere Autoren haben diese Befunde nicht bestätigen können oder sehen sie als postmortale Veränderungen oder Kunstprodukte an. Jellinek[36]) ist selbst von dieser Ansicht, daß Veränderungen im Zentralnervensystem anzuschuldigen seien, abgekommen, hat aber keine bestimmte Meinung geäußert, in welchen Organen die Todesursache zu suchen sei. Die kleinen Hämorrhagien und Zellveränderungen seien als anatomische Begleiterscheinung funktioneller Schädigungen aufzufassen. Letztere bewirken nach seiner Ansicht die Symptome und eventuell den Tod. Die anatomischen Veränderungen seien mehr sekundärer als primärer Art. Aus seinen Erfahrungen der Unfallpraxis kommt Jellinek[28]) zu der Ueberzeugung, daß die durch das elektrische Trauma verursachten gefahrdrohenden Symptome öfters nur vorübergehender, besserungsfähiger Art seien, und daß der Tod durch Elektrizität in den meisten Fällen nur ein Scheintod sei, der, wenn das Individuum sich selbst überlassen bleibt, in den wirklichen Tod übergehe. Deswegen sei auch künstliche Atmung das sicherste Mittel zur Belebung des Verunglückten. „Nicht der Zeiger der Uhr, nicht die Meinung des Arztes, sondern nur das Auftreten von Leichenflecken hat dem Rettungswerk Grenzen zu setzen.“[42])

Scharf bekämpft wird diese Ansicht von Boruttau,[8]) der den elektrischen Stromtod stets als einen primären Herztod, hervorgerufen durch irreparables Kammerflimmern, ansieht. Diese Meinung ist vorher von Prevost und Batelli[55]) ausgesprochen worden und hat augenblicklich wohl die meisten Anhänger. Auf Grund ihrer Tierversuche unterscheiden die beiden Forscher drei Wirkungsweisen. Bei Wechselströmen bis 120 Volt fanden sie regelmäßig Herzstillstand infolge Kammerflimmerns. Bei Wechselströmen über 1200 Volt trat dagegen kein Flimmern auf, sondern

das Herz stand in der Diastole still und begann nach Stromunterbrechung seine Tätigkeit wieder. Es traten aber schwere Schädigungen des Zentralnervensystems mit Bewußtseinsverlust und Atmungsstillstand ein. Wechselströme, die zwischen den beiden angegebenen Voltzahlen lagen, führten meist gleichzeitig Atmungslähmung und Herzstillstand herbei. Diese Tierversuche fanden bei den elektrischen Hinrichtungen ihre Bestätigung. Die ersten Hinrichtungen, bei denen ausschließlich Wechselströme von 1200 Volt benutzt wurden, führten zu keinem Erfolg. Erst nach mehrfachem Wechsel von 1200 auf 300 bis 400 Volt und wieder auf 1200 Volt trat der Tod ein. Bei der sofort vorgenommenen Obduktion wurden noch Flimmerbewegungen beobachtet. Viele Autoren haben in neuerer Zeit die Versuchsergebnisse bestätigt und sich der Lehre Prevosts angeschlossen. Auch Jellinek,[32]) der die Versuche unter Anwendung von Gleichstrom wiederholt und weiter ausgeführt hat, kommt zu dem Ergebnis, daß der Tod bei manchen Todesopfern ein primärer Herztod infolge von Flimmern bezw. Aufhören der zirkulatorischen Herzarbeit ist, wobei die Atmung nach einer gewissen Pause wiederkehrt und andauert. Gildemeister[15]) zeigte durch einen Hundeversuch, daß durch einen Wechselstrom von 50 Perioden, den er dem Tiere an der linken Vorder- und rechten Hinterextremität zuleitete, der Tod dann eintritt, wenn ein Dreißigstel des angewandten Stromes das Herz durchströmt.

Die bei elektrisch Verunfallten und elektrisch Hingerichteten vorgenommenen Obduktionen verliefen im großen und ganzen ohne positiven Befund. In letzter Zeit sind einige Befunde bekannt geworden, die Anhaltspunkte für die Todesursache bieten können. Bei den durch Kawamura[43]) angestellten Tierversuchen war eine Zersetzung des Blutes in kleinen Gefäßen des Herzens wie auch des Gehirns festzustellen. Pietrusky[54]) fand bei einem Manne, der durch einen Wechselstrom von 220 Volt zu Tode kam, im Bereich des Reizleitungssystems eine deutliche Kolliquationsnekrose. An derselben Stelle sind Blutungen beobachtet worden. Wenn auch die Tatsache des Herzkammerflimmerns nicht bestreitbar ist, so bleibt doch für die Frage des elektrischen Stromtodes noch vieles unergründet. Es bestehen noch so viele Unklarheiten, um das Problem des elektrischen Todes, der in einigen Fällen nach Stunden, ja nach Tagen eintritt, durch eine einheitliche Todesursache lösen zu können. Schließlich darf auch nicht vergessen werden, daß der Tod bei einem elektrischen Trauma in vielen Fällen nicht eigentlich Folge des elektrischen

Stromes ist, sondern Nebenverletzungen (Schädelbasisbrüchen usw.) zuzuschreiben ist, wie sie sich z. B. durch Herabstürzen von einem Leitungsmast, durch das Fortgeschleudertwerden infolge des Kontaktes verursacht werden können. Dasselbe gilt natürlich auch für die vielen Nachkrankheiten, die erst Tage, Wochen, ja Jahre nach dem Unfall manifest werden können und gerichtsärztlich dadurch ein besonderes Interesse bieten, daß sie in zivilrechtlicher Beziehung wohl manches Mal zu Klagen Veranlassung geben können. Bekannt sind als solche vielgestaltige Krankheitsstörungen. Es sind Lähmungen einzelner oder mehrerer peripherischer Nerven beschrieben worden, ferner spastische und schlaffe halbseitige Lähmungen, ebenso Epilepsie, multiple Sklerose. Erwähnt werden sollen noch Schwerhörigkeit und Augenstörungen wie Kataraktbildung und Netzhautablösung.

Die bisherigen Erfahrungen lehren, daß von den makroskopisch sichtbaren Veränderungen am Körper von Starkstromverunglückten einzig und allein die Hauterscheinungen Charakteristisches darbieten können. Sie sind pathognomonisch für den stattgefundenen Elektrizitätsübergang, doch läßt sich dieser Satz nicht umkehren, da auch Unfälle vorkommen können ohne jegliche äußere Verletzung, selbst bei Einwirkung sehr hochgespannter Ströme. Bei den Verletzungen durch Elektrizität muß man unterscheiden zwischen Verbrennungen, die durch den elektrischen Lichtbogen entstehen, dessen Temperatur auf über 4000 Grad geschätzt wird, und den sogenannten spezifisch elektrischen Verbrennungen, die durch die Joulesche Wärme hervorgerufen werden. Im Gegensatz zur gewöhnlichen Verbrennung handelt es sich bei der elektrischen Verbrennung um eine Gewebsalteration infolge innerer Wärmeentwicklung an der Kontaktstelle des elektrischen Leiters, ohne daß sich dieser selbst stark zu erhitzen braucht. Ist der Mensch in einen Stromkreis eingeschaltet, so passiert der elektrische Strom die Haut, die ja meist einen beträchtlichen Widerstand darstellt. Nach dem Jouleschen Gesetz wird jeder vom Strom durchflossene Leiter erwärmt, und zwar ist die vom Strom entwickelte Wärmemenge dem Widerstand des Leiters, dem Quadrat der Stromstärke und der Zeit proportional. Wie jeder Leiter, so erwärmen sich auch die Gewebe beim Durchgang des elektrischen Stromes. Ist nun der Widerstand der Haut zu groß, d. h. überschreitet die Stromstärke die Leitungsfähigkeit der Haut, so verwandelt sich der größte Teil der elektrischen Energie in thermische. Infolge der übermäßigen Wärmebildung, wobei nach Schridde[63]) die Ge-

websflüssigkeit sich in Wasserdampf verwandelt, erleidet die Haut jene brandwundähnlichen Veränderungen, die Jellinek als „elektrische Strommarke“ bezeichnet und für deren Eigenart er besonders eintritt.

Es ist eine meist grauweißliche, pergamentartig derbe, erhabene Stelle, die in der Regel von kreisförmiger Gestalt ist. Zentral zeigt sie eine Eindellung, deren Grund und Ränder häufig schwarzbraun verfärbt sind. Charakteristisch ist das Fehlen jeglicher peripherischen Rötung oder Exsudation. Das ganze Wundgebiet ist trocken, nicht blutend und gegen das gesunde Gewebe scharf abgegrenzt. Besonders auffällig ist die fast völlige Schmerzlosigkeit und weiter, daß der Heilungsverlauf ohne Eiterung und Fieber erfolgt. Es bleibt aber durch Zerfall der scheinbar unversehrt gebliebenen Haut in der nächsten Umgebung ein Substanzverlust zurück, der bis dreimal so groß sein kann als die ursprüngliche Verletzung. Das Vorherrschen der kreisförmigen Bildung, die oft erst bei der Abheilung in Erscheinung tritt, vermag diagnostische Zweifel beseitigen bei solchen Verletzungen, die mit Verbrennungen durch Funken verbunden sind. Wo Brandwirkung mit im Spiele ist, da wird sich dieses auch durch den Geruch der Verletzung verraten. Die elektrischen Strommarken heilen gewöhnlich spurlos ab. Eine Narbe ist nicht vorhanden. Die Stelle verrät sich durch Pigmentationen, in seltenen Fällen durch Depigmentation, von der auch die Haare befallen sein können. Auch die sehr tiefen z. B. auf das Knochengewebe reichenden Weichteilverletzungen, welche als Strommarken schwersten Grades zu bezeichnen sind, heilen in auffallender Weise mit einer weichen, glatten nicht schrumpfenden Narbenbildung. Das klinische Bild einer elektrischen Strommarke wird oft dadurch verwischt, daß es sich um Kombinationen von Strom- und Flammenwirkung handelt. Durch letztere werden Verbrennungen gewöhnlicher Art erzeugt, und zwar dadurch, daß entweder Kleidungsstücke in Brand geraten oder Lichtbogen und Funkenbildung auftritt. Von Brandwirkungen kommen alle Grade vor. Sie bieten nichts Charakteristisches, nur zeigen die Verkohlungen häufig besondere Tiefe und Ausdehnung.

Der gewöhnliche Sitz der Strommarke ist die Beugeseite der Hand, die ja naturgemäß einem zufälligen Kontakt am meisten ausgesetzt ist. Häufig ist auch der Kopf befallen. Es ist klar, daß diese beiden Körperteile in erster Linie mit der elektrischen Leitung in Berührung geraten, da sie unbekleidet sind,

und da weiter einmal die Hände aus Leichtsinn oder bei der Arbeit an die Leitung kommen, und zweitens der Kopf an die Drahtleitung stoßen kann. Aber auch alle übrigen Körperstellen, nicht nur die freien, sondern auch die bekleideten, können Strommarken aufweisen. Der Umstand, daß die Strommarke sehr oft den genauen Abdruck des berührten stromführenden Gegenstandes bildet, erleichtert zuweilen die Aufgabe der Unterscheidung der Strommarken, ob sie der Stromeintritts- oder Austrittsstelle entsprechen. Hervorzuheben sind die Beobachtungen Schriddes.[66]) Bei 37 Obduktionen von Stromtod, die sich bei einem Wechselstrom von 220 Volt ereignet hatten, befanden sich die elektrischen Strommarken in 88 Prozent an der linken Hand, während die rechte nur mit 12 Prozent beteiligt war. Diese Zahlen hat der Autor an einem größeren Material nachgeprüft und ist zu demselben Ergebnis gekommen. Er faßt den elektrischen Stromtod als einen sofortigen Herztod auf, der nur dann zustande kommen könne, wenn der Strom von der linken Hand zum linken Fuß durch das Herz ginge. In den meisten Fällen sei dieser Weg gegeben, wenn die Stromeintrittsstelle an der linken Hand oder Arm infolge der engeren nervösen Beziehungen des linken Armes zum Herzen sich befindet. Er mißt auch der zarten Haut der linken Hand der Thymiker wegen ihrer stärkeren Schweißabsonderung eine größere Disposition zu als der Arbeitsschwielen aufweisenden rechten Hand. Ferner fand er, daß die elektrischen Strommarken sich nicht nur an der Eintrittsstelle, sondern auch an der Austrittsstelle des elektrischen Stromes finden. Durch experimentelle und pathologisch-anatomische Untersuchung stellten Schridde und Beckmann[64]) ferner fest, „daß sowohl bei der Einwirkung des elektrischen Stromes wie bei Verbrennungen mit glühendem Platin und Glühstahl ganz die gleichen, voneinander nicht unterscheidbaren Veränderungen entstehen. Damit sei auch die Frage der Spezifität der elektrischen Hautverbrennung in verneinendem Sinne entschieden.“ Für die Begutachtung hat jedoch diese Tatsache nur theoretische Bedeutung, da eine solche Entstehungsweise fast stets auszuschließen sein wird. Da die elektrischen Veränderungen künstlich an der Leiche zu erzeugen sind, so meint Meixner,[47]) daß der Sterbende mit dem Strom erst in Berührung geraten sein könnte, wenn sich bei der Sektion krankhafte Veränderungen an Herz oder Nieren finden, die einen natürlichen plötzlichen Tod ohne Stromübergang erklären können. Aber auch er sieht in diesen Veränderungen im allgemeinen nur ein disponierendes Moment

für die tödliche Wirkung des elektrischen Stromes. An der Bedeutung der Strommarke für die Erkennung elektrischer Unfälle ist trotzdem festzuhalten, wenn die übrigen Umstände für einen elektrischen Tod sprechen. In forensischer Beziehung wichtig sind die Beobachtungen G. Straßmanns.[73]) Er konnte zeigen, daß bei einer exhumierten Leiche, die 25 Tage in der Erde gelegen hatte, Spuren des Stromüberganges trotz der Fäulnis noch nachzuweisen waren. Eine mikroskopische Untersuchung derjenigen Stellen, an denen der Strom übergegangen sein kann, hat auch in den Fällen Erfolg, bei denen bereits hochgradige Leichenzersetzungsvorgänge sich bemerkbar machen. Die Bilder, die unter Fäulniswirkung entstehen, sind wohl zu unterscheiden von denen, wie sie der elektrische Strom bewirkt. Wie Straßmann festgestellt hat, erfolgt die blasige Abhebung beim Elektrizitätsübergang innerhalb der Keimschicht, während bei der Fäulnis die ganze Epidermis von der Lederhaut abgelöst wird. Aber auch die anderen mikroskopischen Veränderungen, wie Wabenbildung innerhalb der Horn- oder Keimschicht oder in den Schweißdrüsenausführungsgängen sowie Zellverlängerungen lassen sich nach Einwirkung des elektrischen Stromes noch nachweisen selbst bei langer und hochgradiger Leichenzersetzung.

Um die histologische Untersuchung der elektrischen Strommarke haben sich Mieremet,[48]) Jellinek,[33]) Riehl,[59]) Schridde,[62]) Weimann,[77]) besonders aber Kawamura,[43]) verdient gemacht. Die von Kawamura tierexperimentell erzeugten Hautveränderungen stimmen im strukturellen Verhalten mit den menschlichen Strommarken überein. Die mikroskopische Untersuchung ergibt im einzelnen Folgendes: Die Oberhaut ist mit Teilen der Keimschicht auf weite Strecken von den tieferen abgehoben. In der Horn- und Keimschicht der Oberhaut finden sich zahlreiche größere und kleinere Hohlräume, die wahrscheinlich nach Schridde durch Wasserdampfbildung im Gewebe infolge Joulescher Wärme entstehen. Schridde bezeichnet sie als Wabenbildung. An manchen Stellen findet sich die Hitzewabenbildung auch im ganzen Verlauf der Schweißdrüsenausführungsgänge, wo diese die Hornhaut durchbrechen. Außerdem ist die Strommarke dadurch ausgezeichnet, daß die Basalzellen des Rete Malpighii ebenso ihre Kerne zu langen Fäden in den verschiedensten Richtungen gezogen, parallel und büschelförmig angeordnet sind. Die Papillen sind lang gestreckt und völlig verschwunden. Horn- und Keimschicht der Oberhaut sind manchmal an den veränderten Stellen verschmälert und zusammenge-

drängt. Die Annahme Kawamuras,[43]) daß dieser mikroskopische Befund pathognostisch für Elektrizitätswirkung sei, hat sich jedoch nicht bestätigt. Schridde und Beckmann[64]) ist es gelungen, durch elektrische Ströme an der Leichenhaut, sowie durch Berührung der Haut mit glühender Platinnadel ganz gleiche Bilder zu erzeugen. Riehl[59]) ist aber trotzdem für eine Abtrennung der elektrischen Strommarke von einer Verbrennung eingetreten. Nach seiner Ansicht sind die Hautveränderungen beim Stromübergang anders verteilt als bei der Berührung mit glühendem Draht, indem sie sich nach der Richtung des elektrischen Stromes ausbreiten, während diejenigen durch den Draht sich auf eine ganz umschriebene Stelle beschränken, so daß er wie Jellinek besonders in den Zellveränderurgen Wegspuren und Stromrichtung des elektrischen Stromes sehen will.

Während nun Jellinek die Strommarke als charakteristisch betrachtet haben will und aus ihr in den meisten Fällen den Hergang des elektrischen Unfalls zu rekonstruieren vermag, soll nicht unerwähnt bleiben, daß andere Autoren[13]),[65]) elektrische Unfälle beschrieben haben, bei denen trotz genauester Nachforschungen keine Hautveränderungen zu sehen waren. Dies geschieht um so leichter, wenn man im Bereich der Hände und Füße nach Elektrizitätsspuren sucht, und wenn sie an atypischen Stellen z. B. der Schulter, am Genitale oder sonstwo etabliert sind. Oft sind die Stronmarken so klein und unscheinbar, daß sie besonders bei schwieliger oder schmutziger Haut nur bei genauester Aufmerksamkeit mit Lupenhilfe gefunden werden können. Auch kommt es in seltenen Fällen vor, daß beim Ueberlebenden die elektrischen Strommarken nicht sofort nach dem Unfall, sondern erst einige Tage später durch die erwähnte Vergrößerung zum Vorschein kommen.

Die Entstehung der elektrischen Strommarke durch Wärmeentwicklung in den Geweben selbst macht es verständlich, daß über Hautpartien, die starke Veränderungen aufweisen, die Kleidungsstücke darüber oft unversehrt sind, und ohne daß die über dem betreffenden Hautgebiet befindlichen Haare, die die Elektrizität nicht leiten, irgendwelche Versengungszeichen darbieten. Deshalb ist die behaarte Kopfhaut immer sorgfältig auf Elektrizitätsspuren zu untersuchen. Unterhalb vollkommen unversehrter Haare finden sich manchmal bis auf den Knochen reichende Verletzungen. Von anderen elektrischen Hautschädigungen seien punktförmige oder streifenförmige Sugillationen, einzeln oder in Gruppen gestellte Blutaustritte erwähnt, die den Eindruck von

Verletzungen durch Schrotkörner machen können. Auch schußähnliche Durchtrennungen der Haut in Form von kreisrunden, an den Rändern oft geschwärzten Löchern sind beschrieben worden. Sie haben schon zu Verwechselung mit Einschußöffnungen Veranlassung gegeben. Durch Fehlen eines wirklichen Schußkanals ist man vor Verwechselungen geschützt. Endlich gibt es noch elektrische Verletzungen, welche den Eindruck eines mechanischen Traumas hervorrufen, z. B. Durchtrennungen der Haut und der darunterliegenden Gewebe, wie mit einem scharfen Messer erzeugt. Zu den spezifisch elektrischen Hautveränderungen gesellen sich in seltenen Ausnahmefällen noch zirkumscripte, akute, harte Oedeme, die von Pietrusky[53]) aus lokalem Gefäßspasmus erklärt werden im Gegensatz zu Jäger,[23]) der sie durch Thrombose erklärt. Wenn infolge Kurzschlusses Metallteile gasförmig verpufft werden, kann es zu einer oberflächlichen Imprägnation der Haut kommen. Die Haut ist dann in großer Ausdehnung geschwärzt und rauh durch die kleinsten in die Oberhaut eingesprengten Metallteilchen. Aus der Lokalisation und Verteilung der Metallisation vermag der begutachtende Techniker manchmal fetzustellen, aus welcher Richtung die Metallisation. d. h. der elektrische Lichtbogen seinen Ausgangspunkt genommen hat. Diese Aufgabe wird erleichtert, wenn der Verunglückte vielleicht noch einen Gegenstand in der Hand hielt, der mit ähnlichen Spuren behaftet ist. Endlich kommen noch Befunde von ausschlaggebender diagnostischer Bedeutung wie Verbrennungen und Zerreißungen von Kleidungsstücken, Kopfbedeckungen und Schuhwerk in Betracht, ja sogar Zusammenschweißung metallischer Gegenstände wie Uhrketten und Münzen. Ein Befund verdient noch besondere Beachtung. Das sind die Knochenperlen, wie sie zuerst von Reuter[58]) beobachtet sind. Nach der chemischen Untersuchung bestehen sie aus phosphorsaurem Calcium und entstehen dadurch, daß durch die enorme Hitze bei Lichtbogenbildung die in der Spongiosa enthaltene Flüssigkeit verdampft und die geschmolzenen Knochenpartien ausdehnt. Die Knochenperlen sind blasenartig aufgetrieben und hängen teilweise mit der Diploe des Knochens zusammen, deren Zellen sich in die Hohlräume der Blasen fortsetzen.

Bevor ich zum Schluß komme, seien im Folgenden noch zwei Fälle von Starkstromtod beschrieben, die im hiesigen gerichtsärztlichen Institut zur Begutachtung kamen.

Fall I.

Vorgeschichte: Am 27. 7. 1927 wurde der Elektrikerlehrling Heinrich M., geboren am 18. 11. 1911, tot aufgefunden. Der hinzugezogene Arzt stellte als Todesursache Herzschlag fest. Zeugen gaben an, daß derselbe verunglückt sei. M. war mit einem anderen in dem Betriebe einer Firma R. damit beschäftigt, eine Starkstromleitung von 220 Volt zu entfernen. Es wird nun angenommen, daß der Verstorbene in irgend einer Form mit der Stromleitung in Berührung gekommen sei. Sein Mitarbeiter gibt zu dem Vorfall folgendes an: Wir hatten eine Lichtleitung umzulegen. An der Arbeitsstelle waren sämtliche Leitungen ausgeschaltet. Während ich unten die Schalter abnahm, zog M. die Rohre aus der Decke. Wie ich unten an der Arbeit war, hatte M. seine Beschäftigung oben. In den zwei Minuten, wo ich den Weg nach oben machte, verunglückte der Lehrling. Die Todesursache ist mir unerklärlich. Die Ausschaltung des Lichtes bezw. des Stromes im Betriebe selbst, hatten mit dem Unfall nichts zu tun. Die Ausschaltung kam vom Werk wegen des Gewitters. Ein anderer Zeuge gibt an, daß er die Todesursache in einem Unfall erblicke, der dadurch eingetreten sei, daß der Verunglückte bei der Schwüle im Betriebe ohnmächtig geworden und beim Fallen einer Stromleitung zu nahe gekommen sei. Eine andere Möglichkeit sei auch, daß M. gestolpert und dann der Leitung zu nahe gekommen sei.

Die gerichtliche Obduktion ergab folgende für das Gutachten wesentliche und charakteristische Hautveränderungen. Von diesen sollen die wesentlichen hervorgehoben werden. Zunächst befand sich auf dem rechten Handrücken in der Nähe des Daumens eine 4 cm lange und 2 cm breite Hautveränderung. Die Oberhaut ist in Fetzen abgelöst. Der Grund der Wunde ist braunrot trocken und von derber Beschaffenheit. Auf dem rechten Zeigefinger eine Wunde von gleicher Beschaffenheit. An der Beugefläche des rechten Daumens eine rundliche, 3 cm lange und breite blasenförmige Veränderung der Haut. Die Stelle fühlt sich hart an. An der linken Hand, an der Beugefläche des Daumens eine blasenförmige Hautveränderung von gleicher Beschaffenheit. Ebenso ist eine solche am Daumenballen vorhanden und an der Basis des 2. und 3. Fingers, sowie auf der Beugeseite des 1. Gliedes des 3. Fingers und der Beugeseite des 2. Fingers, ferner auf der Beugeseite des 1. Gliedes des 4. Fingers. Außerdem werden noch einige Veränderungen beschrieben, so auf der Streckseite des lk. Gliedes des 5. Fingers und des 1. Zwischen-

fingergelenkes des 4. Fingers, bei denen die Oberhaut nicht mehr vorhanden und der Grund der Wunde braunrot und trocken ist. Solche Veränderung findet sich auch am lk. Handgelenk an der Kleinfingerseite.

Die mikroskopische Untersuchung im hiesigen Institut, bei der von den verschiedensten Hautstückchen Präparate angefertigt wurden, hatte folgendes Ergebnis: Betrachtet man zunächst im Mikroskop unveränderte Hautstellen, so ergibt sich, daß die Fußzellen zylindrisch liegen, die Zellreihe, die dieser folgt, mehr polygonal ist. Schließlich kommt eine Reihe von platten Zellen, auf denen die Hornschicht liegt. Verfolgt man diese Schichten, so kommt man an eine Stelle, wo das Zellgefüge gelöst ist, teils in der Mitte und teils in den unteren Zellpartien, so daß dadurch eine Blase zum Vorschein kommt. Die Fußzellen an dieser Stelle sind fädenförmig ausgezogen und bieten den Anblick eines Büschels. An anderen Stellen sieht man wieder Zellen, die zusammengesintert und auch verkohlt sind. Im Unterhautfettgewebe erkennt man Wabenbildungen. Andere Hautstückchen lassen ihre Zellschichten nicht mehr erkennen, dieselben sind vollkommen verkohlt. Die Blutgefäße sind stark gefüllt mit roten Blutkörperchen. Das übrige zur mikroskopischen Untersuchung übersandte Material, wie Brustdrüse und Hirnrinde, zeigen außer einer beträchtlichen Blutfülle der Gefäße einen normalen Befund.

U r t e i l : Aus dem Vorstehenden, besonders aus der histologischen Untersuchung ist der Schluß zu ziehen, daß es sich um einen elektrischen Stromtod handelt; denn die makroskopische Untersuchung, die eigenartige Blasenbildung, die mit einer derben Beschaffenheit einhergeht und keinen roten Hof zeigt, ist als Charakteristikum für den Eintritt eines elektrischen Stromes anzusehen. Doch ist dieses nicht das einzige Zeichen des Beweises, sondern nur ein Teil. Der Hauptwert der Behauptung, daß es sich um einen elektrischen Stromtod handelt, ist auf die mikroskopische Untersuchung zu legen. Die büschelförmige Anordnung der Fußzellen, die dadurch entsteht, daß das Wasser der Zellen (Protoplasma) plötzlich verdampft, und durch diese Verdampfung die Kerne mechanisch durch Druck- und Zugwirkung in die Länge gezogen werden, so daß sie wie Fäden aussehen, ist ein charakteristisches Merkmal, wie es der elektrische Strom hervorruft. Ebenso ist die Wabenbildung im Unterhautgewebe auf einen solchen Vorgang zurückzuführen.

Zusammenfassend ist zu sagen, daß M. infolge elektrischen Stromtodes gestorben ist.

Fall II.

Vorgeschichte: Am 25. 10. 1926 wird der Lehrling Heinrich K., geboren am 18. 1. 1911, vor dem Backofen in einer Bäckerei in Freckenhorst tot aufgefunden. Es wird in der Anzeige des Landjägeramtes angenommen, daß der Tod wahrscheinlich durch Berührung mit einem anscheinend defekt gewordenen Stechkontakt der elektrischen Lichtleitung hervorgerufen sei. Der Akte sind ferner folgende Angaben entnommen: Der Installateur H. fand die elektrische Leitung in Ordnung, nur die Einführung in den Schalter ist etwas defekt gewesen, das Isolierband hat sich von der Leitung etwas gelöst, die Gummiumhüllung des blanken Leitungsdrahtes ist noch vollständig. Er hält es in Uebereinstimmung mit den Ingenieuren der Vereinigten Elektrizitätswerke für ausgeschlossen, daß der Unfall auf ein Berühren des Stechkontaktes eingetreten ist. Zwei Ingenieure von den Vereinigten Elektrizitätswerken Westfalens halten einen Unfall, hervorgerufen durch Elektrizität, für fast ausgeschlossen. Dagegen wird in einem Gutachten von W. über die Installationsanlage im Backhause des Bäckermeisters A. von bereits äußerlich auffallenden Mängeln berichtet, die beanstandet werden und deren sofortige Abstellung gefordert wird, um weitere Unglücksfälle zu vermeiden. Die Einführungsleitung liegt an der verhältnismäßig niedrigen Decke auf Rollen ungeschützt, so daß man mit für die Bedienung des Ofens benötigten Stangen dagegenstoßen kann, so daß dadurch Zerstörungen stattfinden können. Daß dieses schon vorgekommen ist, geht aus der sehr locker herunterhängenden Leitung hervor. Der Bericht spricht weiter davon, daß die Einführung in den Schalter am Ofen defekt ist und mittels Isolierband umwickelt ist, welches lose an der Leitung herunterhängt und keinen genügenden Schutz bietet. Auch ist ein Stecker defekt gewesen, der Schutzdeckel fehlt, und es ist dadurch kein genügender Schutz gegen Berührung vorhanden. Die Kittstellen in den Dosen sind durch die Wärme gelöst.

Aus dem Protokoll über die Leichenöffnung ist folgendes zu entnehmen: Ueber dem Grundgelenk des kleinen Fingers an der Grenze von Hohlhand und Handrücken sind zwei kleine 0,4 cm im Durchmesser messende rundliche, hellgraugefärbte, sich etwas härtlich anfühlende Stellen. Von hier aus geht proximalwärts, der Längsachse des Armes parallel verlaufend, eine 5 cm lange bis 1 cm breite leicht dunkelblaurötlich gefärbte Stelle. 1 cm von der zuerst beschriebenen kleinen rundlich hell-

graugefärbten Stelle zeigt sich an der Innenseite der an zweiter Stelle beschriebenen rötlichen Stelle eine 0,2 cm breite und 1 cm lange grauweißgefärbte, sich etwas derb anfühlende kleine Hautfalte. Zwei Zentimeter von den zuerst beschriebenen kleinen rundlichen Stellen befinden sich im unteren Bereiche der an 2. Stelle beschriebenen blaurötlichen Hautstelle noch 2 hellere Stellen, von denen die eine 1 cm, die andere 1 cm lang, beide 0,3 cm breit sind. Diese Stellen fühlen sich härtlich an und zeigen einige kleine Eindellungen.

Das mikroskopisch untersuchte Leichenmaterial ergibt, soweit es an dieser Stelle von Interesse ist, folgendes: Die Haut zeigt an der schon makroskopisch veränderten und oben beschriebenen Stelle im mikroskopischen Bilde zunächst vollkommen erhaltene Zellschichten, so die Schicht der Fußzellen, die der Stachel- und Riffelzellen und schließlich die Zellschichten, welche der Lederhaut anliegen und allmählich in dieselbe übergehen. Verfolgt man mit dem Mikroskop dieses Bild, erkennt man, wie sich allmählich zunehmend die Stachelzellschicht von den Fußzellen loslöst, um schließlich sich weit von derselben zu entfernen und dann auf der anderen Seite wieder in normale Haut überzugehen. Wir haben hier somit eine wabige oder blasige Auftreibung der Haut. Die Unterfläche dieser Blase wird von den Fußzellen, und der Bogen von den Stachelzellen gebildet. Betrachtet man näher diese Zellen, so erkennt man zunächst, daß die Innenauskleidung dieser Blase aus Zellen besteht, die gesintert sind, mehrere Zellen zu Klumpen geballt und von bräunlicher bis schwärzlicher Farbe, einer Verkohlung gleichend. Die Fußzellen haben in normalem Zustande eine zylindrische Form und sind durch eine Membran mit dem Unterhautgewebe fest verankert. Diese Zellen haben ihre Form vollkommen verloren, dort wo die Höhe der Blase ist, sind sie zu Fäden senkrecht nach unten ausgezogen, so daß sie Büschelform annehmen. Dort, wo die Blase übergeht in normale Haut, nehmen diese Fäden ebenfalls die Richtung zu den höchsten Stellen, also dem Zentrum der Blase, an, somit sind sie schräg gestellt. Das Unterhautgewebe ist wenig verändert, die Gefäße zum Teil prall mit roten Blutkörperchen gefüllt, in einigen Gefäßen ist ihre Form nicht mehr vorhanden, es hat den Anschein, als ob eine homogene sich mit Eosinfarbstoff rotfärbende Masse darin ist. Die übersandten Gehirnteile zeigen einen Teil der Gefäße prall mit roten Blutkörperchen gefüllt, doch befinden sich dieselben nicht allein im Gefäß, sondern sie liegen auch neben dem

Gefäß im Stützgewebe des Gehirns. Andere Gefäße sind leer, besonders die kleinen, und um dieselben besteht eine dunkelrote Verfärbung, die mit Eosinfarbstoff darstellbar ist.

Faßt man noch einmal kurz die mikroskopischen Befunde zusammen, so ergibt sich, daß die Fußzellen der Haut fadenförmig und zu Büschelform angeordnet sind, außerdem bestehen Sinterungen und Zusammenballungen von Zellen einer Verkohlung gleichend. Ferner ist hervorzuheben die Veränderung der Gefäße des Gehirns, die darin besteht, daß teilweise Blutkörperchen ausgewandert sind und neben den Gefäßen liegen. Wir müssen somit den Tod als einen elektrischen Stromtod auffassen. Hierzu steht auch nicht im Widerspruch der Bericht, der bei der Besichtigung der elektrischen Leitung durch Diplomingenieur W. gegeben wird. Er spricht schon von rein äußerlich auffallenden Mängeln, deren sofortige Abstellung gefordert wird, um weitere Unglücksfälle zu vermeiden, woraus auch hervorgeht, daß er selbst einen elektrischen Stromtod annimmt. Im Widerspruch zu dem Befunde steht auch nicht der Einwand, daß die Stromstärke zu schwach gewesen ist, um den Tod herbeizuführen. Die niedrigste Spannung, durch die ein Todesunfall durch Jellinek beobachtet wurde, beträgt 60 Volt (Wechselstrom).

Das Gutachten ist dahin abzugeben, daß K. infolge elektrischen Stromtodes gestorben ist. Der Beweis liegt in dem in der obigen Ausführung angegebenen und betrachteten makro- und mikroskopischen Untersuchungsergebnis.

Aus diesen Betrachtungen geht hervor, wie wertvoll weitere eingehende Beobachtungen und Untersuchungen bei Starkstromunfall oder -tod zur endgültigen Lösung der noch strittigen Fragen sind. Durch die Zunahme der elektrischen Unfälle sind dem Gerichtsarzt wichtige Aufgaben zugefallen. Sie werden sich hauptsächlich auf solche mit tödlichem Ausgang erstrecken. An die Unfallsstelle gerufen, wird er die Frage zu entscheiden haben, ob der Tod durch den elektrischen Strom oder bei Gelegenheit elektrischer Arbeit aus anderer Ursache eingetreten ist. Neben natürlichem Tod könnte es sich um eine fahrlässige Tötung handeln, dadurch, daß der Strom nicht ausgeschaltet war, daß Apparate benutzt wurden, von denen bekannt war, daß sie Fehlerquellen in der Anlage und in der Schaltung der Leitung enthielten, die trotzdem nicht vorschriftsmäßig repariert worden waren. Ja, es könnte sogar eine absichtliche Tötung in Betracht kommen, dadurch, daß der elektrische Strom plötzlich ein-

geschaltet wurde. Endlich muß dem Gerichtsarzt bekannt sein, daß die Elektrizität auch schon in selbstmörderischer Absicht und zur Selbstverstümmelung gebraucht worden ist. Als Sachverständiger wird der Arzt sich darüber zu äußern haben, warum eine Person bei Berührung einer Leitung getötet wurde, die andere unter gleichen Bedingungen ohne jede Schädigung anfaßten, oder warum ein Mensch bei Einwirkung eines Stromes zu Tode kam, den er vielleicht tags zuvor schadlos vertragen hat. Um all diese schwierigen Aufgaben lösen zu können, bedarf es für den Arzt der genauesten Kenntnis des Unfalls und der damit verbundenen Folgen. Wie man sieht, stehen die Hautveränderungen beim elektrischen Stromtod in ihrer diagnostischen Bedeutung an erster Stelle. Sie beweisen am sichersten den Eintritt des elektrischen Stromes in den Körper, wenn die übrigen Umstände dafür sprechen. Mit Recht betonen deshalb die preußischen Sektionsvorschriften die Wichtigkeit der mikroskopischen Untersuchung der elektrischen Hautveränderungen, ebenso wie auch Teile der Brücke, des verlängerten Markes, der großen Ganglien untersucht werden müssen. Schwierig wird die Entscheidung dann für den Arzt sein, wenn beim Fehlen von Strommarken trotz stattgefundener Elektrisierung krankhafte Veränderungen an den inneren Organen sich finden, die einen plötzlichen natürlichen Tod ohne Stromübergang erklären könnten. Dann werden sich aber aus den äußeren Umständen Anhaltspunkte für die Rekonstruktion der Unfallsituation und für die Todesursache gewinnen lassen. Der Entstehungsvorgang mancher Unfälle ist nur durch die Untersuchung der Raum- und Betriebsverhältnisse zu verstehen. In einigen Fällen ist es durch die in einem Raume verrichtete Arbeit bedingt, daß die elektrischen Anlagen feucht und unsauber werden und dadurch ein erhöhtes Gefahrenmoment bilden. Ein anderes Mal ereignen sich die Unfälle dadurch, daß die Stelle nicht gekennzeichnet wurde, wo elektrische Leitungen gelegt sind. Sache der allgemeinen Beweisaufnahme wird es sein, Fahrlässigkeit oder Verstöße gegen die Sicherheitsvorschriften festzustellen. Die Untersuchungen sind auch auf den Boden, auf die Kleider, Schuhe und alle jene Objekte, mit denen der Verunglückte zur Zeit der Elektrisierung zu tun hatte, auszudehnen. Wie die Haut, weisen auch die Kleider, Schuhe derartige Spuren auf, die uns befähigen, Elektrizitätswirkung zu erkennen. Auch die meteorologischen Verhältnisse zur Zeit des Unfalls bedürfen der Beurteilung, da von ihnen die Genese des

Unfalls durch den Wechsel der Bodenverhältnisse und des Hautwiderstandes entschieden beeinflußt werden kann. In denjenigen Fällen endlich, bei denen ein Tatbestand weder am Körper des Verunglückten noch an den Kleidern und Gebrauchsgegenständen zu erheben ist, wird der Nachweis des Kausalzusammenhanges mit elektrischer Wirkung nur durch die Aussagen einwandfreier Unfallzeugen über die dem Tode des Verunglückten voraufgegangenen Geschehnisse möglich sein. Manche Opfer bleiben bei den elektrischen Unfällen stehen oder schreien um Hilfe, andere treffen selbst Anordnungen für ihre Rettung, wieder andere sinken lautlos zusammen. Eine gewisse Gruppe von elektrischen Unfällen bleibt trotzdem immer noch übrig, bei denen sowohl die Untersuchung des Verunglückten als auch die darauf bezüglichen Erhebungen negativ verlaufen. Nicht zuletzt aus diesem Grunde hat F. Straßmann[69]) die Notwendigkeit von Verwaltungssektionen nach Art der in Oesterreich bestehenden Einrichtungen bei solchen hingewiesen, die durch elektrischen Strom zu Tode gekommen sind. So lange diese Sektionen in Deutschland noch nicht eingeführt sind, bleibt nach G. Straßmanns[71]) Ansicht „die Aufklärung elektrischer Todesfälle durch die möglichst rasch durchgeführte gerichtliche oder, wenn kein Strafinteresse in Frage steht, berufsgenossenschaftliche Sektion das Erstrebenswerte, unter der Voraussicht, daß das Einspruchsrecht der Angehörigen gegen die Vornahme berufsgenossenschaftlicher Sektionen im Rahmen der Reichsversicherungsordnung fortfiele.“ Wenn man endlich noch bedenkt, daß bei allen Unglücksfällen durch Elektrizität meistens die äußeren Umstände eine klare Sprache reden, das eigentliche Wesen des elektrischen Stromtodes aber noch immer im Dunkeln liegt, so würden diese Sektionen voraussichtlich auch dazu beitragen, das Problem des Todes durch elektrischen Strom endgültig zu klären.

Zum Schluß sei es mir gestattet, auch an dieser Stelle Herrn Prof. Dr. Többen für die liebenswürdige Ueberlassung des Themas und freundliche Durchsicht meinen verbindlichsten Dank auszusprechen.

Literatur-Verzeichnis.

1. Alvensleben: Die physiologischen Wirkungen elektrischer Starkströme bei Unfällen. Elektrotechnische Zeitschrift 1915, H. 30/31.
2. Adam: Ein Fall von progressiver Paralyse im Anschluß an einen Unfall durch elektrischen Starkstrom. Allgem. Zeitschr. f. Psych. 1906, S. 428.
3. Balkhausen u. Grueter: Ueber Starkstromverletzungen. Deutsche Zeitschrift f. Chirurgie, Bd. 180, H. 4/6, S. 273, 1923.
4. Beckmann: Gewebsverbrennungen durch hohe Hitze. Klin. Wochenschr. 1923, Nr. 16, S. 743.
5. Bischoff: Ueber einen Fall von Starkstromverletzung. Die Restitutionsreihe der körperlichen und geistigen Störungen. Med. Klinik, 1911, Nr. 28, S. 1080.
6. Boruttau: Tod durch Elektrizität. Berl. Klin. Wochenschrift 1916, S. 912.
7. Boruttau: Der Mechanismus des Todes durch elektrischen Starkstrom und die Rettungsfrage. Vierteljahrschr. f. gerichtl. Med. u. öffentliches Sanitätswesen. III. Folge, Bd. 55, H. 1, S. 1, 1918.
8. Boruttau: Der Tod durch elektrischen Starkstrom als Herztod. Eine Abwehr. Vierteljahrschr. f. gerichtl. Med. u. öffentl. Sanitätswesen, III. Folge, Bd. 58, H. 1, S. 91, 1919.
9. Brandau: Unfälle durch elektrische Starkströme unter besonderer Berücksichtigung der elektrischen Verbrennungen. Inaug.-Diss., Gießen, 1919.
10. Eulenberg: Ueber Nerven- und Geisteskrankheiten nach elektrischen Unfällen. Berl. Klin. Wochenschr. 1905, Nr. 2, S. 30, Nr. 3, S. 68.

11. Förster: Ein Fall von Tetanus nach Starkstromverbrennung. Münch. Med. Wochenschr., 1921, Nr. 51, S. 1655.

12. Frommholt: Zwei Fälle von Tod durch Starkstrom. Inaug.-Diss., Leipzig, 1920.

13. Fürth: Starkstromunfälle im Felde. Münch. Med. Wochenschrift, 1917, H. 28, S. 926.

14. Gerlach: Ein Fall von Verletzung des Schädelknochens durch elektrischen Starkstrom. Wien. med. Wochenschr., 1912, Nr. 49, S. 3214.

15. Gildemeister: Zur Lehre von der primären Schädigung des Herzens durch Starkströme. Klin. Wochenschr., Nr. 26, S. 1310.

16. Grünewald: Die Eigenart des elektrischen Unfalls. Reichsgesundheitsblatt, Jg. 1, Nr. 38, S. 829, 1926.

17. Gschend: Ueber Selbstmord durch elektrischen Starkstrom im allgemeinen, speziell über einen seltenen Fall von Selbstmordursache durch elektrischen Starkstrom beim Kinde. Inaug.-Diss., Zürich, 1913.

18. Gubler: Zur Kasuistik der tödlichen Schädelverletzungen. Deutsche Zeitschr. f. die gesamte gerichtl. Med., Bd. 8, H. 4, S. 409, 1926.

19. Haberda: Tod durch Elektrizität im Bade infolge Berührung einer Kipplampe. Vierteljahrschr. f. gerichtl. Med. u. öffentl. Sanitätswesen, III. Folge, Bd. 32, 1907.

20. Hering: Sekundenherztod. Deutsche Med. Wochenschr., 1916, S. 497.

21. Hackl: Verletzungen und Tod durch industrielle Ströme. Inaug.-Diss., München, 1900.

22. Hoche: Ueber die nach elektrischen Entladungen auftretenden Neurosen. Aerztl. Sachverständigenzeitung, Bd. 7, Nr. 18, S. 369, 1901.

23. Jaeger: Zur Kasuistik des Selbstmordes durch elektrischen Strom. Deutsche Zeitschr. f. Chirurgie, Bd. 159, S. 33, 1920.

24. Jellinek: Elektropathologie. Die Erkrankungen durch Blitzschlag und elektrischen Starkstrom in klinischer und forensischer Darstellung. Verlag: Enke, Stuttgart, 1903.

25. Jellinek: Pathologie und Therapie der durch Elektrizität Verunglückten. Deutsche Med. Wochenschr., 1907, Nr. 10, S. 374, Nr. 11, S. 421.

26. Jellinek: Pathologie und Therapie der durch Elektrizität Verunglückten. Wien. klin. Wochenschr., 1908, Nr. 50, S. 1727.

27. Jellinek: Atlas der Elektropathologie. Verlag: Urban und Schwarzenberg, Berlin u. Wien, 1909.

28. Jellinek: Die Wirkungen des elektrischen Starkstromes auf den menschlichen Körper. Med. Klin., 1909, Nr. 8, S. 285.

29. Jellinek: Ueber die Bedeutung der Art und Intensität elektrischer Starkströme bei Einwirkung auf den Tierkörper. Wien. klin. Wochenschr., 1913, Nr. 44, S. 1793.

30. Jellinek: Die Rekonstruktion der Entstehungsweise des elektrischen Unfalls. Beitrag zur gerichtl. Med., Bd. 11, S. 174, 1914.

31. Jellinek: Die Eigenart der elektrischen Verletzungen und ihre ärztl. Wertung. Wien. klin. Wochenschr., 1918, Nr. 44, S. 1174 und Nr. 45, S. 1207.

32. Jellinek: Der Mechanismus des Todes durch elektrischen Starkstrom und die Rettungsfrage. (Eine Erwiderung auf Boruttaus gleichnamigen Aufsatz.) Vierteljahrschrift f. gerichtl. Med. u. öffentl. Sanitätswesen, III. Folge, Bd. 56, H. 2, S. 221, 1918.

33. Jellinek: Zur Pathologie der elektrischen Strommarke. Wien. klin. Wochenschr. 1921, Nr. 20, S. 239.

34. Jellinek: Die äußere Form der elektrischen Strommarke. Deutsche Zeitschr. f. d. ges. gerichtl. Med., Bd. 1, S. 596, 1922.

35. Jellinek: Elektrisches Trauma und Gravidität. Beitrag zur gerichtlichen Medizin, Bd. 6, S. 29, 1924.

36. Jellinek: Der elektrische Unfall. Verlag: Deuticke, Leipzig und Wien, 1925.

37. Jellinek: Schlechte und gute Rettungstechnik. Wien klin. Wochenschr. Jg. 39, Nr. 21, S. 597, 1926.

38. Jellinek: Die gerichtsärztliche Untersuchung des gesunden und kranken Menschen. Handbuch der biologischen Arbeitsmethoden, Abtlg. 4, Teil 12, H. 3, S. 447, 1927.

39. Jellinek: Spurenkunde der Elektrizität, Wien. klin. Wochenschr., Jg. 40, Nr. 47, 1927.

40. Jessen: Zur Kenntnis der Starkstromverletzungen. Münchener med. Wochenschrift, 1902, Nr. 53, S. 182.

41. Jolly: Epilepsie nach Unfall durch den elektrischen Starkstrom. Münch. med. Wochenschr., 1912, S. 1433.

42. Kaufmann: Handbuch der Unfallmedizin. 2. Auflage, II. Bd., Verlag: Enke, Stuttgart.

43. Kawamura: Elektropathologische Histologie. Virchows Arch. f. path. Anat. u. Physiol., Bd. 231, S. 570, 1921.

44. Kratter: Ueber den Tod durch Elektrizität: Wien. klin. Wochenschr., 1894, Nr. 21.

45. Kübler: Ueber elektrische Verbrennungen. Inaug.-Diss., Straßburg, 1912.

46. Langer: Ueber Schädelverletzungen durch elektrischen Starkstrom. Inaug.-Diss., Leipzig, 1914.

47. Meixner: Zur Frage des Todes durch elektrischen Strom. Wien. klin. Wochenschr., 1922, Nr. 8, S. 619.

48. Mieremet: Hautveränderungen durch Einwirkungen des elektrischen Stromes, ihre differentialdiagnostische Bedeutung und ihr histologisches Bild. Klin. Wochenschr., 1923, Nr. 29, S. 1362.

49. Natorp: Beiträge zur Frage der Unfälle durch elektrischen Strom. Arch. f. Orthop. u. Unfallchirurgie, Bd. 23, H. 3, S. 306, 1924.

50. Neureiter: Die Rolle der Disposition beim plötzlichen Tod nach elektrischem Trauma. Beitrag zur gerichtl. Med., Bd. 5, S. 119, 1922.

51. Neureiter: Zur Bekämpfung der Gefährdung durch den elektrischen Strom. Deutsche Zeitschr. d. d. ges. gerichtlichen Med., Bd. 3, S. 539, 1924.

52. Oberst: Ueber Verletzungen durch den elektrischen Strom. Münch. med. Wochenschr., 1909, Nr. 26, S. 1320.

53. Pietrusky: Experimentelle Untersuchungen über die Wirkung mittel- und hochgespannter elektrischer Ströme auf den lebenden Körper. Deutsche Zeitschr. f. d. ges. gerichtl. Med., Bd. 6, H. 5, S. 535, 1925.

54. Pietrusky: Zur Begutachtung elektrischer Unfälle. Monatszeitschr. f. Unfallheilkunde u. Versicherungsmedizin, Nr. 34, H. 6, S. 121, 1927.

55. Prausnitz: Elektrische Unfälle: Ihre Entstehung, Behandlung und Verhütung. Die Medizinische Welt, 1928, Nr. 15, S. 565 und Nr. 16, S. 603.

56. Raebiger: Zur Kasuistik der Nervenkrankheiten nach elektrischem Trauma. Deutsche med. Wochenschr. 1905, Nr. 22, S. 806.

57. Reuter: Tod durch elektrischen Starkstrom. Vierteljahrschrift f. gerichtl. Med. u. öffentl. Sanitätswesen, III. Folge, Bd. 52, H. 2, S. 180, 1916.

58. Reuter: Ein weiterer Fall von tödlicher Starkstromverletzung des Schädels. Deutsche Zeitschr. f. d. ges. gerichtl. Med., Bd. 1, S. 362, 1922.

59. Riehl: Die Spuren des elektrischen Starkstromes in der Haut. Münch. med. Wochenschr., 1923, Nr. 34/35, S. 1119.

60. Rodenwaldt: Ueber Verletzungen durch elektrische Starkströme vom gerichtsärztlichen Standpunkt. Vierteljahrschr. f. gerichtl. Med. u. öffentl. Sanitätswesen, III. Folge, Bd. 37, H. 1, S. 35, 1909.

61. Sandrock: Ein Fall von elektrischer Starkstromverletzung mit tödlichem Ausgang. Münch. med. Wochenschrift, 1912, Nr. 48, S. 2618.

62. Schridde: Die elektrische Strommarke der Haut. Zentralblatt f. allg. Path. u. path. Anat., Bd. 32, Nr. 14, S. 369, 1922.

63. Schridde: Hautverbrennungen durch hohe Hitze. Klin. Wochenschr., 1922, Nr. 52, S. 2563.

64. Schridde u. Beckmann: Experimentelle Untersuchungen über die Einwirkung des elektrischen Stromes auf die menschliche Haut. Virch. Arch. f. path. Anat. u. Physiol., Bd. 252, H. 2/3, S. 774, 1924.

65. Schridde: Der elektrische Stromtod. Klin. Wochenschr., 1925, Nr. 45, S. 2143.

66. Schridde: Die Stromeintrittsstelle beim elektrischen Stromtod. Deutsche med. Wochenschr., Jg. 52, Nr. 38, S. 1607, 1926.

67. Schuhmacher: Unfälle durch elektrische Starkströme. Eine klinische u. gerichtlich medizinische Studie. Inaug.-Diss., Zürich, 1908.

68. Stadtmann: Ein Beitrag zur Kasuistik der elektrischen Schädelverletzung. Inaug.-Diss., Zürich, 1923.

69. Straßmann, F.: Ueber die Notwendigkeit der Einführung von Verwaltungssektionen. Zeitschr. f. d. ges. gerichtl. Med., Bd. 1, S. 9, 1922.

70. Straßmann, G.: Vier Todesfälle durch elektrischen Strom. Aerztl. Sachverständigen-Zeitung, 1925, Nr. 2, S. 15.

71. Straßmann, G.: Ueber die Notwendigkeit der Sektion von Personen, die durch den elektrischen Strom getötet wurden. Zentralblatt für Gewerbehygiene u. Unfallverhütung, N. F., Bd. 2, Nr. 11, S. 317, 1925.

72. Straßmann, G.: Beobachtung bei elektrischen Todesfällen mit besonderer Berücksichtigung der Haut- und Haarveränderungen. Deutsche Zeitschr. f. d. ges. gerichtl. Med., Bd. 9, S. 699, 1927.

73. Straßmann u. O. Schmidt: Fäulniseinwirkungen und Einwirkungen des elektrischen Stromes auf die Haut. Deutsche Zeitschr. f. d. ges. gerichtl. Med., Bd. 11, S. 202, 1928.

74. Tölken: Elektrische Starkstromverletzung. Deutsche med. Wochenschr., 1913, Nr. 28, S. 1388.

75. Trembur: Ueber die Wirkung des elektrischen Hochspannungsstromes vom gerichtsärztlichen Standpunkt. Vierteljahrschr. f. gerichtl. Med. und öffentl. Sanitätswesen, III. Folge, Bd. 36, H. 2, S. 369, 1908.

76. Weber: Beitrag zur Kasuistik des Todes durch elektrischen Strom. Münch. med. Wochenschr., Jg. 72, Nr. 14, S. 566, 1925.

77. Weimann: Zur Histopathologie der Hautveränderungen durch den elektrischen Strom. Deutsche Zeitschr. f. d. ges. gerichtl. Med., Bd. 9, H. 5, S. 587, 1927.

78. Wendriner: Ueber Unfälle durch den elektrischen Starkstrom. Inaug.-Diss., Berlin, 1905.

79. Wildegans: Verletzung durch elektrischen Starkstrom mit tödlichem Ausgang. Klin. Wochenschr., Jg. 2, Nr. 13, 1923.

80. Wys-v. Weydlich: Ueber die Voraussetzung der elektrischen Unfälle und deren Rekonstruktion unter Berücksichtigung der rechtlichen Gesichtspunkte. Inaug.-Diss., Zürich, 1912.

81. Ziemke: Todesunfälle durch den elektrischen Strom und ihre Beziehungen zum Unfall. Monatsschrift für Unfallheilkunde u. Versicherungsmedizin, Nr. 5, S. 107, und Nr. 6, S. 121, 1923.

Lebenslauf.

Am 2. 12. 03 wurde ich als Sohn des verstorbenen Spezialarztes Dr. Franz Bühner und seiner verstorbenen Gattin Walburga, geb. Schlüter, zu Hörde i. Westf. geboren. Nach dreijährigem Besuch der Volksschule und neunjährigem Besuch des Realgymnasiums zu Hörde machte ich 1922 mein Abitur. Danach studierte ich 2 Semester Jura, um mich dann in Würzburg und Münster dem Studium der Medizin zu widmen. Mein Physikum bestand ich in Münster im Sommer 1925. Von meinen klinischen Semestern verbrachte ich zwei in Innsbruck, eins in Münster, zwei in Kiel, wo ich im Mai 1928 mein Staatsexamen bestand. Als Medizinalpraktikant bin ich im St. Anna-Hospital zu Wanne-Eickel tätig.